

地铁隧道上方公路桥涵沉降位移变形规律研究

王晓东

中交隧道工程局有限公司 北京 100102

摘要: 本文依托佛山市城市轨道交通三号线东乐路2号桥拆复建工程, 浅析地铁盾构施工对城市既有桥梁的沉降变形影响, 总结沉降变形规律, 为同类型施工提供借鉴参考。

关键词: 盾构施工、桥梁、沉降位移、变形规律。

Study on the Settlement, Displacement and Deformation Law of Highway Bridges and Culverts over Subway Tunnel

Wang Xiaodong

CCCC Tunnel Engineering Co., Ltd. Beijing 100102

Abstract: Based on the demolition and reconstruction project of No. 2 Bridge, Dongle Road, Line 3 of urban rail transit in Foshan City, this paper analyzes the influence of subway shield construction on the settlement deformation of existing Bridges in the city, summarizes the settlement deformation law, and provides reference for similar construction.

Key words: shield construction, bridge, settlement displacement, deformation law.

1 工程概况:

既有东乐路2号桥位于佛山市城市轨道交通三号线工程驹荣北路站至创意园站区间隧道正上方, 跨越河涌, 隧道底高程为-21.186m, 最高水位为1.8m, 现状水面宽约为23.32m, 桥面标高为4.8m。桥型为25m混凝土简支空心板, 主梁采用空心板, 中板采用两孔空心板, 梁宽1.0m, 梁高1.2m; 边板采用两孔空心板, 梁宽1.54m, 梁高1.0m, 悬臂长0.58m, 桥台采用钢筋混凝土结构, 单幅设置, 基础采用直径1.2m钻孔灌注桩, 桩长约50m。

驹荣北路站至创意园站区间隧道采用盾构法施工, 隧道与东乐路2号桥6根桩基冲突, 综合考虑盾构施工工期及桥梁预制板工期, 先期对东乐路2号桥6根桩基进行拆除重建, 新建桩基距离盾构隧道最近距离为2m, 新建桩基施工完成后施工承台、桥台, 然后盾构机下穿桥梁范围, 待盾构机下穿完成后完成架梁及桥面沥青铺设。2号桥拆复建范围内采取全断

面三轴搅拌桩进行地基加固, 加固深度超过区间隧道底3m。

2 工程地质及水文情况

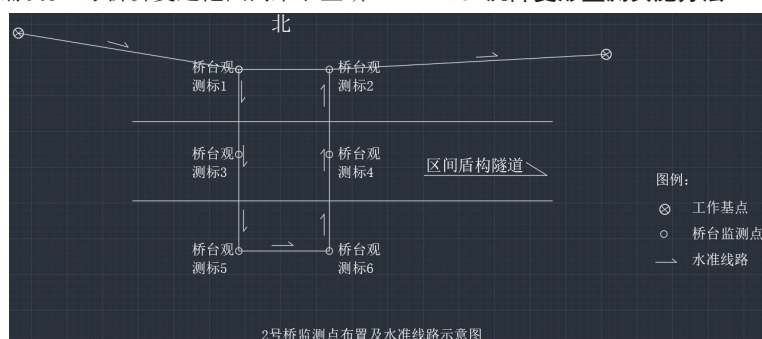
2.1 工程地质

东乐路二号桥勘察深度范围内主要分布的地层有:
<1-1>素填土、<2-1B>淤泥质土、<2-2-1>淤泥质粉细砂、<2-3-1>淤泥质中粗砂、<2-1B>淤泥质土、<2-4>粉质粘土、<2-3-1>淤泥质中粗砂、<7-2>强风化泥质粉砂岩、<8-2>中风化泥质粉砂岩。

2.2 水文地质

根据其埋藏条件并结合含水层的性质, 场地地下水主要有两种类型: 第一类是潜水; 第二类是承压水。场区位置下穿桂畔海支流, 宽约15~18m, 水深2~4m, 桂畔海支流大致呈南北向展布, 河床较稳定, 上述地表水流受潮汐影响, 时缓时涌, 勘察期间测到周边河涌潮差在1.0m左右。

3 沉降变形监测实施方法



2号桥新建桥台侧分别设置3对监测点,利用桥梁附近两个稳定的水准基点作为监测控制点,采取附合导线往返观测进行监测。监测周期涵盖盾构机下穿期间、桥梁架梁期间及工后桥面铺装三个主要施工阶段,新建桥台拆模后按规范要求测取三次成果取其平均值作为监测初识值,桥梁复建完成一个月后停止观测。

本次监测方法及精度要求参考国家二等水准相关标准执

行,测点布置及监测水准线路详见下图所示。

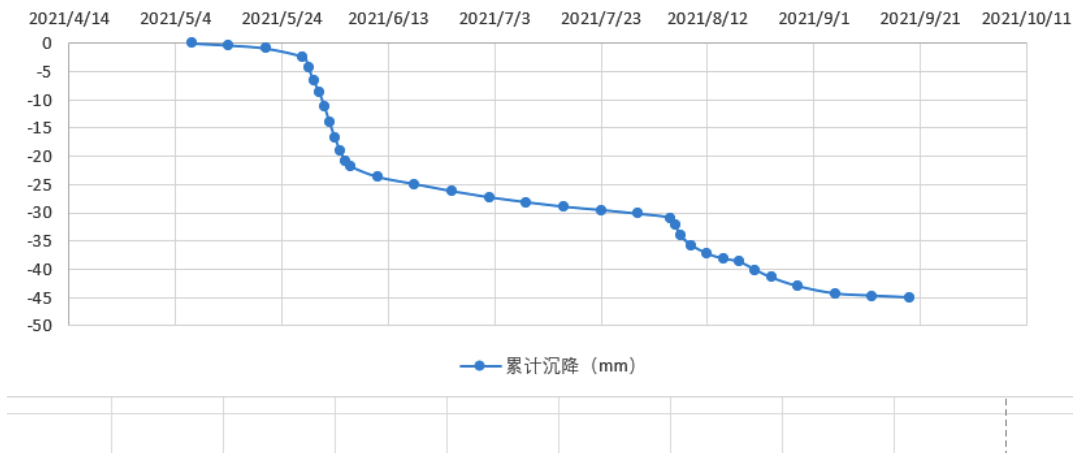
4 沉降变形规律总结研究

桥台总监测周期135天,采集32期监测数据,最大累计沉降量45.04mm,最大沉降速率2.89mm/d,按各施工阶段桥梁沉降特点,分为盾构机下穿阶段、桥梁架梁阶段及工后桥面铺装恢复通车三个阶段进行沉降变形数据分析。下面选取沉降变化较为典型的3#桥台观测标为例进行分析。

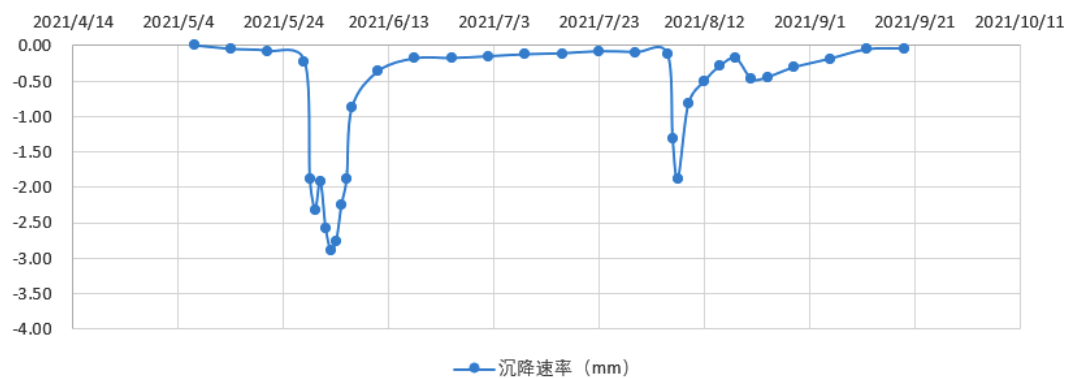
桥台观测标3沉降数据表

观测期次	观测日期	观测间隔(d)	累计天数(d)	本次高程(m)	本次沉降(mm)	累计沉降(mm)	沉降速率(mm)	施工阶段
1	2021/5/7	0	0	2.41251	0	0	0.00	桥台浇筑完成
2	2021/5/14	7	7	2.41216	-0.35	-0.35	-0.05	桥台浇筑完成
3	2021/5/21	7	14	2.41161	-0.55	-0.9	-0.08	桥台浇筑完成
4	2021/5/28	7	21	2.41005	-1.56	-2.46	-0.22	盾构机下穿
5	2021/5/29	1	22	2.40816	-1.89	-4.35	-1.89	盾构机下穿
6	2021/5/30	1	23	2.40584	-2.32	-6.67	-2.32	盾构机下穿
7	2021/5/31	1	24	2.40392	-1.92	-8.59	-1.92	盾构机下穿
8	2021/6/1	1	25	2.40134	-2.58	-11.17	-2.58	盾构机下穿
9	2021/6/2	1	26	2.39845	-2.89	-14.06	-2.89	盾构机下穿
10	2021/6/3	1	27	2.39568	-2.77	-16.83	-2.77	盾构机下穿
11	2021/6/4	1	28	2.39342	-2.26	-19.09	-2.26	盾构机下穿
12	2021/6/5	1	29	2.39154	-1.88	-20.97	-1.88	盾构机下穿
13	2021/6/6	1	30	2.39066	-0.88	-21.85	-0.88	盾构机下穿
12	2021/6/11	5	35	2.38884	-1.82	-23.67	-0.36	下穿完成等待架梁
13	2021/6/18	7	42	2.38756	-1.28	-24.95	-0.18	下穿完成等待架梁
14	2021/6/25	7	49	2.3863	-1.26	-26.21	-0.18	下穿完成等待架梁
15	2021/7/2	7	56	2.38522	-1.08	-27.29	-0.15	下穿完成等待架梁
16	2021/7/9	7	63	2.38434	-0.88	-28.17	-0.13	下穿完成等待架梁
17	2021/7/16	7	70	2.38355	-0.79	-28.96	-0.11	下穿完成等待架梁
18	2021/7/23	7	77	2.38297	-0.58	-29.54	-0.08	下穿完成等待架梁
19	2021/7/30	7	84	2.3823	-0.67	-30.21	-0.10	下穿完成等待架梁
20	2021/8/5	6	90	2.38159	-0.71	-30.92	-0.12	架梁阶段
21	2021/8/6	1	91	2.38027	-1.32	-32.24	-1.32	架梁阶段
22	2021/8/7	1	92	2.37839	-1.88	-34.12	-1.88	架梁阶段
23	2021/8/9	2	94	2.37674	-1.65	-35.77	-0.83	等待桥面铺装
24	2021/8/12	3	97	2.37522	-1.52	-37.29	-0.51	等待桥面铺装
25	2021/8/15	3	100	2.37435	-0.87	-38.16	-0.29	等待桥面铺装
26	2021/8/18	3	103	2.3738	-0.55	-38.71	-0.18	桥面铺装
27	2021/8/21	3	106	2.37238	-1.42	-40.13	-0.47	桥面铺装
28	2021/8/24	3	109	2.37103	-1.35	-41.48	-0.45	完工通车
29	2021/8/29	5	114	2.36947	-1.56	-43.04	-0.31	完工通车
30	2021/9/5	7	121	2.36816	-1.31	-44.35	-0.19	完工通车
31	2021/9/12	7	128	2.36778	-0.38	-44.73	-0.05	完工通车
32	2021/9/19	7	135	2.36747	-0.31	-45.04	-0.04	完工通车

时间-累计沉降变化图 (mm)



时间-沉降速率变化图 (mm)



4.1 盾构机下穿阶段

盾构机下穿2号桥前,该区段已完成三轴搅拌桩地基加固,盾构机盾头2021年5月28日距二号桥小里程桥台约5m,至盾构机盾尾拖出大里程桥台5m止,期间每日加密沉降监测,2021.5.28日至2021.6.6日盾构下穿期间,累计总沉降量-20.95mm,最大沉降速率2.89mm/d。下表选取较为典型的3号观测标为例,盾头临近桥台第四期数据开始,沉降变形明显变化,相对比而言,因本工程提前采取了三轴搅拌桩地基加固,一定程度上减缓了地层间失水及土压平衡破坏影响,盾构下穿过程中,如下表4-13期监测数据,下穿期间沉降加速明显,除了盾构机自身荷载作用影响,同步注浆及二次注浆的施工质量对桥台下沉的影响也十分直接,盾构机下穿过程中,如未及时进行注浆封堵盾壳于土体间隙,极易发生失水或土体坍塌,进而地面发生下沉塌陷,洞内管片起伏变化也十分明显,这一点从管片上设置的盾构导线测量控制点数据变化上可以直观显示,尤其二次注浆不及时或注浆不饱满,盾尾管片波浪起伏,土层沉降变化也一定程度加速了桩基沉降变形。盾构下穿前,桥台沉降速率基本稳定在-0.05~0.22mm/d,盾构下穿过程中沉降速率迅速增加至2mm/d左右,至盾构机通过,荷载解除,管片注浆饱满,地层间压力逐渐区域稳定平衡,沉降速率在盾构机通过的半个月

逐渐稳定在-0.18mm/d左右。

综上,盾构机下穿对于桥梁沉降变形的影响还是十分明显的,除提前进行地基加固处理以外,施工过程中的同步注浆和二次注浆时间及质量也十分重要,盾构机下穿通过相关建、构筑物前做好充分的施工准备,争取连续快速掘进通过,避免机械故障长时间停机加速沉降变化。

4.2 桥梁架梁阶段

本工程桥梁类型为混凝土简支空心板,架梁采用两台50t汽车吊分别支设于桥台两侧进行架设,区别于架桥机架设,桥台只承受梁板自身荷载作用。盾构机通过约2个月开始架梁施工,架梁前两个月时间累计沉降量约为6mm,最大沉降速率为-0.18mm/d,沉降基本稳定。架梁过程中,因梁板荷载的突然增加,桥台沉降速率迅速增加,最大沉降速率-1.88mm/d,架梁施工在两天内完成,随梁板荷载稳定,沉降速率在一周左右时间逐渐趋于稳定,架梁过程中的沉降变化和盾构下穿阶段变化特点基本一致,各个监测点间差异沉降较小,整体性变化较为明显。

盾构机下穿及架梁荷载影响下,容易导致桥台和路桥过渡段差异沉降,进而造成路桥结合处错台跳车病害产生,桥梁桥台通过承台桩基形成整体混凝土结构,各部位差异沉降较小,施工过程中主要注意路桥过渡段的填筑质量,加强压

实,同时要注意季节施工对桥台差异沉降的影响,必要时可增加路桥过渡段临时堆载,以加速差异沉降,进而避免错台跳车病害发生,确保行车安全。

4.3 工后沉降总结

架梁十天后进行桥面沥青铺装,铺装期间受作业车辆影响,墩台小幅下沉,铺装结束后即开放通车,此期间桥台沉降基本稳定,铺装结束通车一个月内累计沉降3mm,最大沉降速率 -0.20mm/d ,可以判定新建墩台桩基的沉降变形基本稳定,盾构机下穿荷载及架梁荷载作用下桩基基本完成沉降变形。

整个监测周期内,绝大部分沉降变形发生在盾构机下穿及架梁阶段,工后铺设沥青及通车后一个月内,沉降数字变化较小。对比隧道周边的居民小区等沉降稳定的混凝土结构监测数据,变化规律及特点基本一致,只是隧道上方桥梁的变形总量及变形速率略大于周边混凝土结构,数据稳定周期也略长。相对比与隧道周边发生塌陷、墙体开裂的建、构筑物监测数据,通常表现为差异性沉降较小,在上述施工阶段变形总量及变形速率较大,一定程度上也反映了改建筑物的基础施工质量及地面回填质量,针对这类型建筑可及时采取地表注浆或调整盾构机掘进速度等措施减缓变形。

5 结语与建议

变形观测的目的和意义在于掌握不同地质条件下各道施

工工序所产生的影响和规律,进而提前做好施工准备,施工过程中采取相应的措施,将沉降变形总量和速率控制在合理的范围内,避免因沉降变形过大引发的各种施工病害,为工程项目安全运营提供指导性数据信息。

通过以上盾构隧道上方桥梁监测,可以清晰的掌握沉降变形较大的工序时间,参考近些年在建地铁项目周边,电力管廊沉降、周边建筑物地表塌陷、混凝土结构拉伸开裂等病害影响,施工前应制定针对性的具体施工计划及应对措施,如提前地基加固、重点区域减少停机换刀连续通过、加强管片同步注浆及二次注浆等措施,同时加强监测频率及数据反馈,一方面施工前做好充分准备,另一方面施工过程中随时根据监测数据变化调整应对措施,这样才能做到有的放矢,更好的利用监测数据变形规律为工程建设保驾护航。

参考文献

- [1]张月冬.基于地铁隧道施工对既有桥梁变形控制的技术探究[J].低碳世界,2019(03):240-241
- [2]王云龙,沈渤.地铁隧道施工对既有桥梁变形的控制[J].价值工程,2017(12):90-92
- [3]姬枫.基于地铁隧道施工对既有桥梁变形控制的技术研究[J].科技传播,2013(07):166-167